

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 60-239708  
 (43)Date of publication of application : 28.11.1985

(51)Int.CI.

G02B 27/46

(21)Application number : 59-095562

(71)Applicant :

TOSHIBA CORP  
 TOSHIBA AUDIO VIDEO ENG CORP  
 NAKAMURA TAKAHIRO

(22)Date of filing : 15.05.1984

(72)Inventor :

## (54) OPTICAL COMB LINE FILTER

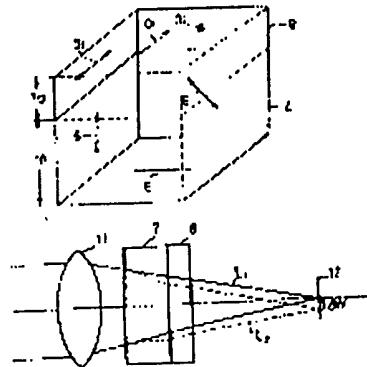
### (57)Abstract:

PURPOSE: To attain comb line characteristics up to a high space frequency by selecting thickness and directions of optical axes of double refracting plates so that the total sum of optical path differences between ordinary rays and extraordinary rays passing the first double refracting plate and that passing the second double refracting plate are equal to each other.

CONSTITUTION: Double refracting plates 7 and 8 are so arranged that planes including optical axes vertical to surfaces are orthogonal to each other, and a thickness  $d_2$  of the refracting plate 8 and a thickness  $d_1$  of the refracting plate 7 are so selected that a formula I is satisfied. The luminous flux made incident on the double refracting plate 7 are separated into ordinary rays  $L_1$  and extraordinary, rays  $L_2$ , and an optical path difference  $l_1$  between both rays passing the double refracting plate 7 is given by a formula II. An optical path difference  $l_2$  between both rays passing the double refracting plate 8 is given by a formula III. Consequently, an optical path difference (I) between rays  $L_1$  and  $L_2$  after passage of both of the double refracting plate 7 and the double refracting plate 8 is  $I = l_1 + l_2 = 0$ , and these rays are focused on the same image surface  $l_2 + \Delta; W$  apart from each other. Thus, comb line characteristics are attained up to a high space frequency without influences of the  $F$  value of a lens and the selecting method of the image surface.

$4 = 4 \sqrt{\frac{(n_1^2 - n_2^2)}{n_1^2 + n_2^2} - s_0} / (n_1 - n_2)$   
 例し、 $s_0$ は複屈折板7、8にかかる光学軸の傾きと  
 光路差を示し、 $n_1$ は光学軸の屈折率、 $n_2$ は  
 傾き軸に対する屈折率を示している。

$s_0 = 4 \sqrt{\frac{(n_1^2 + n_2^2)}{n_1^2 - n_2^2} - s_0}$   
 $s_0 = 4 (n_1 - n_2) - 4 (n_1 - \sqrt{\frac{n_1^2 + n_2^2}{n_1^2 - n_2^2}})$



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## ②公開特許公報 (A) 昭60-239708

④Int.Cl.  
G 02 B 27/46識別記号 庁内整理番号  
8106-2H

④公開 昭和60年(1985)11月28日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

④発明の名称 光学的偏形フィルタ

④特 願 昭59-95562

④出 願 昭59(1984)5月15日

④発明者 中村 隆広 横浜市磯子区新杉田町8番地 東芝オーディオ・ビデオエンジニアリング株式会社開発事業所内

④出願人 株式会社東芝 川崎市幸区堀川町72番地

④出願人 東芝オーディオ・ビデオエンジニアリング株式会社 東京都港区新橋3-3-9

④代理人 弁理士 則近 雄佑

## 明細書

## 1. 発明の名称

光学的偏形フィルタ

## 2. 特許請求の範囲

表面に対して垂直な第1の平面内に光学軸を有する1枚乃至それ以上の第1の複屈折板と、表面及び前記第1の平面の両面に垂直な第2の平面内に光学軸を有する1枚乃至それ以上の第2の複屈折板とを平行に配置して成り、前記第1の複屈折板を通す常光と異常光の光路差の総和と、前記第2の複屈折板を通す常光と異常光の光路差の総和とを等しくするように前記第1、第2の複屈折板の厚さ及び光学軸の方向を選択したこととを特徴とする光学的偏形フィルタ。

## 3. 発明の詳細な説明

## (発明の技術分野)

本発明は、水晶等の複屈折板を用いた光学的偏形フィルタに関するものである。

## (発明の技術的背景)

水晶等の複屈折物質は、その厚さ、光学軸方向

等によって異なるが、光学的偏形フィルタとして使用できることが一般に知られている。その原理は以下に述べる如くである。第1図に示すように、複屈折板1に垂直に入射した光線2は、この複屈折板の複屈折作用によって、偏光の方向に応じて常光線L<sub>0</sub>と異常光線L<sub>e</sub>に分離されて射出される。ここで、常光線L<sub>0</sub>と異常光線L<sub>e</sub>の成す角αは、複屈折板1の常光に対する屈折率をn<sub>0</sub>、光学軸に垂直に入射する異常光に対する屈折率をn<sub>e</sub>、光学軸と入射光のなす角をβとすると、以下に示す式で表わされる。

$$\tan \alpha = \frac{(n_e^2 - n_0^2) \tan \beta}{n_e^2 + n_0^2 \tan^2 \beta} \quad \dots \dots \dots (1)$$

(1)式で示される  $\tan \alpha$  は  $\tan \beta = n_e/n_0$  の時に最大となるが、複屈折板1が水晶の場合は、n<sub>0</sub>とn<sub>e</sub>の差は小さく、通常  $\beta = 45$  度が選ばれる。複屈折板1から射出した常光線L<sub>0</sub>と異常光線L<sub>e</sub>は  $\Delta \alpha$ だけ離れた光線となり、この  $\Delta \alpha$  は  $\beta = 45$  度、複屈折板の厚さ d の時、以下の式で表わされる。

$$\Delta \alpha = d \cdot \frac{n_e^2 - n_0^2}{n_e^2 + n_0^2} \quad \dots \dots \dots (2)$$

第2図は上記のような特性を有する複屈折板を

結像光学系に挿入した例を示した図である。複屈折板1は表面がレンズ3の光軸4と直交するように配置されており、更に光学軸が紙面と平行となるようにその方向が定められている。複屈折板1を通過した光は $\omega$ だけ離れた平行な2本の光線 $L_0$ 、 $L_0'$ となるため、本来、レンズ3によって1点に結像されるはずであった光束が $\omega$ だけ離れた2点に結像することになる。なお、符号5は光線 $L_0$ の結像点、符号6は異常光線 $L_0'$ の結像点である。

このように複屈折板1を通過すると結像点が $\omega$ だけ離れることを、光の分離方向にx軸をとった関数で表すと以下の如く示される。ここで、デルタ関数 $\delta(x)$ は複屈折板1に対する入力を示し、これに対する複屈折板1の出力を $b(x)$ とする。

$$b(x) = \frac{\delta(x) + \delta(x - \omega)}{2} \quad \dots \dots \dots (3)$$

一般に、デルタ関数入力に対する出力をフーリエ変換したものの絶対値をとることによって、周波数応答(MTF)が得られることが知られている。上記の系において、x軸方向の空間周波数を $f_x$ 、複屈折板のMTFを $H(f_x)$ とすれば、MTFは以

下の式で表わされる。

$$H(f_x) = |F(b(x))| = |\cos(\pi \omega f_x)| \quad \dots \dots \dots (4)$$

この(4)式を図示すると第4図の(1)で示した特性となり、複屈折板1は水平方向に対して偏光の空間周波数応答を示すことが分かる。

一の撮像素子を用い、特定の波長域の光を空間的に変調して色信号を得るカラー撮像装置において、入力像に上記の変調周波数の成分が存在すると、この成分が色信号に混入して色偽信号が発生する。従来では、この色偽信号の発生を抑制する方法として、上記の変調周波数における応答が0となるように厚さが選定された複屈折板を光学系に挿入することによって、上記の色偽信号を軽減する方法が広く用いられている。また、CCD等のようなディスクリートに空間情報をとらえる撮像素子においては、サンプリングの空間周波数によるナイキスト限界を越える信号のうち、撮像素子のMTFの限界内の信号は全てモアレとして低周波域に折り返すことが知られている。このモアレを軽減するために、上記のような複屈折板と

偏光消減板と何組か組合わせて光学的ローパスフィルタとして使用する方法が用いられている。  
(背景技術の問題点)

上記の如く、複屈折板は光学的偏光フィルタとして用いることができるが、第4図の(1)で示したような偏光の特性が得られるのは、レンズ3のF値(焦点距離/有効口径)が大きい、即ち焦点ずれの影響の小さい場合においてのみである。従って、レンズのF値の小さい時、あるいは偏光フィルタの最も低い減衰周波数に対して十分高い周波数まで正確な偏光の応答が要求される場合等の上うな、焦点ずれの影響が無視できない状況においては、複屈折板1は偏光フィルタとしての特性からかなり異なった特性を示すようになる。以下その理由を説明する。

第3図は無限遠の光学軸上の点光源を結像する光学系を示したものである。レンズ3によって集光された光線は複屈折板1を通り結像する。ここで、単純化のために、レンズ3の有効開口は紙面に平行な辺を持つ1辺が焦点距離の1/2となる

正方形を考える。また、複屈折板1は表面に対して45度の角度を成し、紙面に対して平行な光学軸を持ち、厚さが $d$ の水晶とする。複屈折板1によって入射光は常光線 $L_0$ と異常光線 $L_0'$ に分離される。しかし、複屈折板1は常光線 $L_0$ と異常光線 $L_0'$ に対して屈折率が異なるため、常光線 $L_0$ による像と異常光線 $L_0'$ による像の像面が異なる。ここで、複屈折板1の常光に対する屈折率は $n_0$ であり、光学軸に垂直に入射する異常光に対する屈折率を $n_0'$ とすると、異常光線 $L_0'$ に対する複屈折板1の屈折率は $\sqrt{\frac{2n_0^2 \cdot n_0^2}{n_0^2 + n_0'^2}}$ となる。このため、常光線 $L_0$ と異常光線 $L_0'$ による像面の距離 $ds$ は以下に示す式で表わされる。

$$ds = d \left( \sqrt{\frac{2n_0^2 \cdot n_0^2}{n_0^2 + n_0'^2}} - n_0 \right) \quad \dots \dots \dots (5)$$

この時、異常光線 $L_0'$ による像面で像をとらえるとき上がる像は、点と1辺が $ds/2$ の正方形となる。これを、像面及び紙面に平行な軸をx軸として取り、このx軸上の関数として表すと、

$$\frac{1}{2} \left\{ \frac{2}{\pi} \operatorname{rect} \left( \frac{ds}{4} x \right) + \delta(x + ds) \right\} \quad \dots \dots \dots$$

この像から上記の光学系のMTFである $H_1(f_x)$ を求める

と、以下の式で示される如くなる。

上記(6)式で示した関数を図示すると第4図の○で示した特性線が得られ、本来の鏡形の特性線とは異なったものとなる。このような現象はレンズ3の有効開口が円形等の場合にも生じる。また、上記のMTFの値はレンズ3のF値の違いや像面の選び方によって変化する。従って、上記のように单一の複屈折板1を光学的鏡形フィルタとして用いた場合、状況によっては十分な効果が得られないという欠点があった。

近年、CCD等のディスクリートに空間情報をとらえる撮像素子を用い、素子のサンプリング周波数の2倍の空間周波数で入射光を変調して色情報を得るカラー撮像装置が用いられている。このようなカラー撮像装置においては、複屈折板による上記の変調周波数及びその奇数倍の周波数成分が入射像に含まれると、それらの成分は色信号に混入して色偽信号となる。複屈折板が本来の機能

フィルタ特性を有していれば、最も低い試験周波数の奇数倍の周波数が試験周波数となるため、上記色偽信号に対して大きな軽減効果を持つ。しかし、上述したように、一の鏡面折板を用いた光学的鏡形フィルタでは、状況によってはその特性が本来の鏡形フィルタとは異なった特性を示すものとなり、更に、高い空間周波数領域においては、その異なった特性が本来の鏡形フィルタ特性から大きくずれるため、特に高い空間周波数成分による色偽信号に対して十分な軽減効果を得ることができないという欠点があった。

### ( 聰明の目的 )

本発明の目的は、上記の欠点に鑑み、レンズのF値や像面の選択の仕方によって影響されることなく、高い空間周波数まで所定の特性を得ることができるように光学的構造フィルタを提供することにある。

(発明の概要)

本発明は、表面に対して垂直な第1の平面内に光学軸を有する1枚乃至それ以上の第1の複層折

板と、表面及び前記第1の平面の両者に垂直な第2の平面内に光学軸を有する1枚乃至それ以上の第2の複屈折板とを平行に配設して成り、前記第1の複屈折板を通過する常光と異常光の光路差の総和と前記第2の複屈折板を通過する常光と異常光の光路差の総和とを等しくするよう前記第1、第2の複屈折板の厚さ及び光学軸の方向を選択したことにより、上記目的を達成するものである。

(発明の実施例)

以下本発明の実施例を図面を参照しつつ説明する。第5図は本発明の光学的構形フィルタの一実施例を示した斜視図である。光学的構形フィルタは複屈折板7に複屈折板8が密着して構成されている。符号9は複屈折板7の光学軸の各面に対する投影線であり、符号10は複屈折板8の光学軸の各面に対する投影線である。複屈折板7と複屈折板8の光学軸が各面の投影線で示される如く、表面に垂直な光学軸を含む平面が互いに直交するように、複屈折板7と複屈折板8が配置されている。また、屈折板8の厚さ $a_4$ は屈折板7の厚さ $a_1$ に対

して以下の式を満たすように選ばれている。

$$4 = 4 \left( \sqrt{\frac{2n_1^2 n_2^2}{n_1^2 + n_2^2}} - n_0 \right) / (n_0 - n_0) \quad \dots \dots \dots (7)$$

但し、 $\mu_1$ は複屈折板 7, 8 における常光に対する屈折率を示し、 $\mu_2$ は光学軸に垂直に入射する異常光に対する屈折率を示している。

第6図は上記第5図に示した本実施例の光学的  
偏形フィルタを用いた結像光学系を示した図であ  
る。レンズ11の後方に、複屈折板7、8から成る  
光学的偏形フィルタが複屈折板7の光学軸が紙面  
と平行となるように配置されている。

複屈折板7に入射した光束は常光線 $L_1$ と異常光線 $L_2$ に分離される。常光線 $L_1$ 及び異常光線 $L_2$ が複屈折板7を通過する間の両者の光路差 $\Delta l$ は以下で示す式で与えられる。

$$s_i = d_i \left( \sqrt{\frac{2a_i^2 + a_i^2}{a_i^2 + a_i^2}} - a_i \right) \quad \dots \dots \dots (8)$$

ところで、表面に垂直な光学軸を含む平面が複屈折板7と複屈折板8とで互いに直交するより複屈折板7と複屈折板8が配置されているため複屈折板8をL<sub>1</sub>は異常光としてL<sub>2</sub>は常光として通過する。L<sub>1</sub>及びL<sub>2</sub>が複屈折板8を通過する間の両者の

光路差 $A_1$ は以下の式で与えられる。

$$A_1 = A_0 (n_0 - n_1) - A_0 \left( n_0 - \frac{2n_1 n_2}{n_1^2 + n_2^2} \right) \quad \cdots (1)$$

従って、複屈折板7と複屈折板8の両方を通過した後の $L_1$ と $L_2$ の光路差 $\Delta$ は $\Delta = A_1 + A_2 - 0$ となる。従って、本実施例の構形フィルタを通過した $L_1$ と $L_2$ は同一の像面上12で、 $\Delta$ だけ離れた点にそれぞれ結像することになる。

本実施例によれば、光学的構形フィルタを2個の複屈折板7、8で構成し、表面に垂直な光学軸を含む平面が複屈折板7と複屈折板8とで互いに直交するように、これら複屈折板7、8を配設し、且つ、複屈折板7の厚さ $A_1$ と複屈折板8の厚さ $A_2$ とが前記(1)式を満足するように選択されているため、常光線 $L_0$ と異常光線 $L_1$ が結像する像面を一致させることができ、レンズ11のF値や像面の選択の仕方によって光学的構形フィルタの特性が影響されることなく、高い空間周波数まで所定の特性を得ることができる。従って、本実施例の光学的構形フィルタを、カラー複数装置における色信号の種類及び固体撮像装置のモアレの軽減等に用

いると、状況に影響されず、高い効果を發揮することができる。

第7図は本発明の光学的構形フィルタの他の実施例を示した斜視図である。光学的構形フィルタは、2個の複屈折板13、14を密着して成しており、各複屈折板13、14の厚さ $A_1$ 、 $A_2$ 及び光学軸と表面の成す角度は两者共等しいが、複屈折板13に対して複屈折板14は90度だけ回転して配設されている。なお、符号15、16は複屈折板13、14の光学軸各面への投影線である。このため、複屈折板13を常光線として通過した光は、複屈折板14を異常光線として通過し、また複屈折板13を異常光線として通過した光は複屈折板14を常光線として通過する。従って、これら2枚の複屈折板13、14により分離された2光束は、同一像面上の2点に結像し、前実施例と同様の効果がある。

なお、複屈折板の厚さ及び光学軸の角度あるいは複屈折板の枚数等種々の変形が考えられ、本発明は上記2つの実施例に限定されることなく、要するに光学的構形フィルタを通過した異常光線

と常光線の結像点が同一像面上にあるように複屈折板を組合せて光学的構形フィルタを形成すれば良い。また、本発明による光学的構形フィルタは単独に用いられるのみでなく、偏光解消板等と併用して種々の特定の空間周波数フィルタを構成することが可能である。

#### (発明の効果)

以上記述した如く本発明の光学的構形フィルタによれば、常光線による結像点と異常光線による結像点とが同一像面上にくるように複数の複屈折板を組合せて光学的構形フィルタを構成してあるため、レンズのF値や像面の選択の仕方によって影響されることなく、高い空間周波数まで所定の構形特性を得る効果がある。

#### 4. 像面の簡単な説明

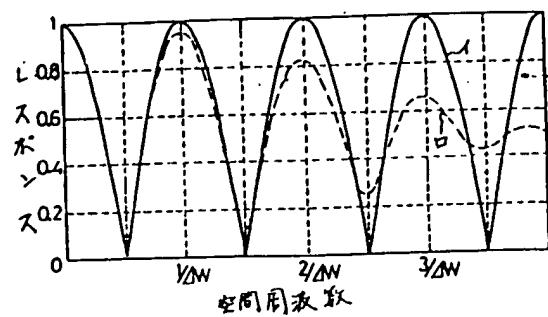
第1図は複屈折板による光の分離を示した図、第2図は従来の单一複屈折板から成る光学的構形フィルタを含む光学系の一例を示した図、第3図は従来の光学的構形フィルタを含む光学系による結像状態を示した図、第4図は第3図に示した光

学系における従来の光学的構形フィルタの空間周波数レスポンスを示した特性図、第5図は本発明の光学的構形フィルタの一実施例を示した斜視図、第6図は第5図に示した光学的構形フィルタを含む光学系の一例を示した図、第7図は本発明の光学的構形フィルタの他の実施例を示した斜視図である。

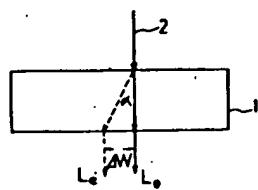
7、8、13、14…複屈折板  
9、10、15、16…光学軸の投影線  
11…レンズ  
12…像面

代理人弁理士則近幸佑

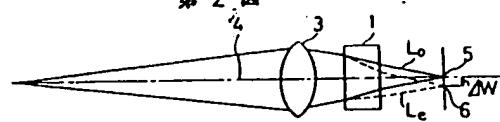
第4図



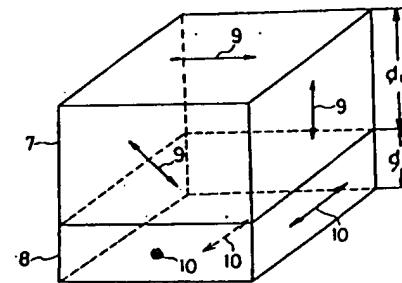
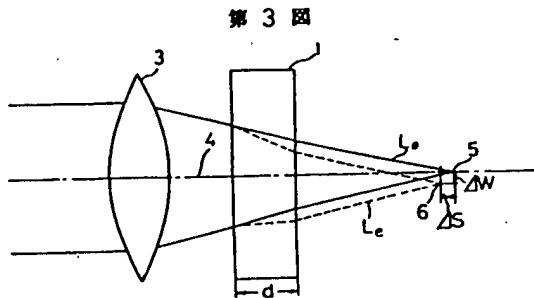
第1図



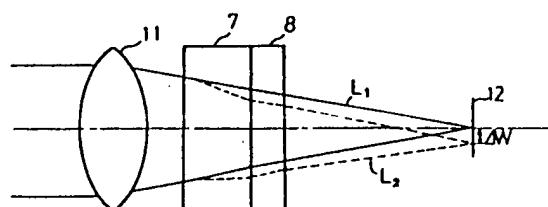
第2図



第5図



第6図



第7図

